

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-315508
(43)Date of publication of application : 14.11.2000

(51)Int.Cl. H01M 8/04

(21)Application number : 11-123349	(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD
(22)Date of filing : 30.04.1999	(72)Inventor : OGAWA TAKAYUKI OKAMOTO HIDEO TAKASE HIDEHIKO

(54) TEMPERATURE ADJUSTING DEVICE FOR FUEL GAS IN FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a temperature adjusting device for the fuel gas in fuel cell system capable of accurately adjusting the temp. of the fuel gas supplied to fuel cell to the desired value even if a steep variation in the thermal load is generated in a heat-exchanger in quick response to the load variation.

SOLUTION: A temp. adjusting device 20 for the fuel gas in a fuel cell system 1 equipped with a fuel gas generation device 10 is equipped with a thermostat 23 and a thermostat bypass control valve 24, whereby in response to a variation in the thermal load of a heat-exchanger 21 originating from a steep increase or decrease in the rate of flow of the fuel gas, the temp. of a thermo-medium is made different from the set temp. of the thermostat 23 and it is supplied to the heat exchanger 21 by the thermostat bypass valve 24, and thereby the temp. adjustment of the fuel gas is conducted.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 炭化水素燃料を改質器により水素を主体とする燃料ガスに改質し、この燃料ガス中の一酸化炭素を一酸化炭素除去器により除去した後、燃料電池に供給する燃料ガス発生装置を備える燃料電池システムにおける燃料ガスの温調装置であって、(a) 前記温調装置は、少なくとも、

① 前記燃料ガスとこの温調装置内を循環する熱媒体との間で熱交換を行なう熱交換器を、前記一酸化炭素除去器の入口側及び／又は出口側に備えると共に、

② 前記熱交換を行なった際の熱を、この温調装置の系外に放出する放熱器、及びこの放熱器を迂回する放熱器バイパス流路、

③ 前記放熱器と前記放熱器バイパス流路に接続され、前記熱媒体の温度により作動して、この熱媒体の温度が設定温度になるように温度調節を行なうサーモスタット、並びに前記燃料ガス及び／又は前記熱媒体の温度を検知して、この検知温度に基づいて作動するサーモスタットバイパス制御弁とその制御手段、

④ そして、この温調装置の各機器を配管で結び前記熱媒体が循環する閉じた循環流路、及びこの循環流路内に前記熱媒体を循環させる循環ポンプを備え、(b) 前記サーモスタットは、前記熱媒体の温度に基づき、

① この熱媒体の温度が前記設定温度を下回る場合は、前記放熱器からの熱媒体の流れを減じ、

② この前記熱媒体の温度が前記設定温度を上回る場合は、前記放熱器からの熱媒体の流れを増し、(c) そして、前記制御手段は、前記検知温度に基づき、

① この検知温度が所定値を越える場合は、サーモスタットバイパス制御弁を開いて、前記熱交換器に向かう前記熱媒体の温度を前記サーモスタットによる設定温度以下に下げる温度調節を行ない、

② この検知温度が所定値を下回る場合は、サーモスタットバイパス制御弁を閉じて、前記設定温度以下になった熱媒体の温度を上昇させる温度調節を行ない、

③ この検知温度が所定値にある場合は、サーモスタットバイパス制御弁の状態を保持して熱媒体の温度を保持する温度調節を行ない、これをもって前記燃料ガスの温度調節を行うことを特徴とする燃料電池システムにおける燃料ガスの温調装置。

【請求項 2】 前記温調装置が、少なくとも前記熱交換器を前記一酸化炭素除去器の入口側と出口側に備えると共に、前記循環流路が、前記熱交換器を直列に繋ぎ、前記熱媒体が前記一酸化炭素除去器の出口側に位置する熱交換器から入口側に位置する熱交換器に向けて循環すること、を特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システムにおける燃料ガスの温調装置。

【請求項 3】 前記温調装置が、少なくとも前記熱交換器を前記一酸化炭素除去器の入口側と出口側に備えると共に、前記循環流路が、前記熱交換器を並列に繋いで

(2)

いること、特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システムにおける燃料ガスの温調装置。

【請求項 4】 前記温調装置の各熱交換器ごとに、前記サーモスタット、前記サーモスタットバイパス制御弁、前記循環ポンプを備えたこと、を特徴とする請求項 3 に記載の燃料電池システムにおける燃料ガスの温調装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池に炭化水素燃料を改質した燃料ガスを供給して発電する燃料電池システムにおける燃料ガスの温調装置に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池システムは、水素を燃料ガスとして燃料電池の水素極に供給すると共に、空気などの酸素を含む酸化ガスを燃料電池の酸素極に供給して発電を行なう燃料電池を中核とした発電システムである。この燃料電池システムは、化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換するものであり、高い発電効率を有する。また、燃料電池システムは、環境汚染物質の排出が極めて少ないクリーンな発電システムであることから、多方面への適用が検討されている。

【0003】この燃料電池システムにおいては、水素の取り扱いが困難なことや燃料ソースの多様化などの観点から、水素以外の例えばメタン (CH_4) やメタノール (CH_3OH) を始めとする炭化水素燃料を改質器により改質して、発生する水素を主成分とするガスを燃料ガスとして使用することが多い。また、自動車などの乗り物に燃料電池システムを搭載する、例えば燃料電池電気自動車の場合は、水素では自動車への充填に時間がかかってしまい不便である共に、積載できる水素の量を多くすることが困難なため走行距離が短くなってしまうという欠点がある。このため、メタノールなどの液体の炭化水素燃料を自動車に充填して、これを改質器により改質して、発生する水素を主成分とする改質ガスを燃料ガスとして使用することが検討されている。メタノールは自動車への充填をガソリンエンジン自動車への給油と同じ感覚で行なうことができると共に、走行距離も現在のガソリンエンジン自動車と遜色がないため、ガソリンエンジン自動車と違和感のない取り扱いが可能となる。しかも、メタノールの場合は、メタノール分子中に炭素を一つしか持っていないので炭素数の多い炭化水素燃料に比較して、水素の発生量が多くすることができると共に、排気中の二酸化炭素の割合を少なくすることができるといふ利点がある。

【0004】この燃料電池システム 50 を、図 5 を参照して具体的に説明する。炭化水素燃料（ここではメタノール）は、水及び空気と共に燃料ガス発生装置 60 の改質器 61 に導かれて改質される。この改質器 61 により発生する燃料ガス中には、一酸化炭素がわずかに含まれ

るが、この一酸化炭素は、燃料電池 52 が固体高分子型燃料電池の場合、燃料電池 52 の触媒を被毒するため、一酸化炭素除去器 62 により二酸化炭素に転換して除去される。この一酸化炭素除去器 62 内での化学反応には、やはり最適な温度範囲があり、温度が低いと一酸化炭素の転換率（除去率）が低く、逆に温度が高いとせっかく発生した水素が酸化されてしまう「逆シフト」やメタンを生ずる「メタネーション」を起こして好ましくない。

【0005】ここで、改質器 61 により発生する燃料ガスは温度が高いので（例えば 300℃）、前記した「逆シフト」や「メタネーション」を防止するため、入口側熱交換器 71in により適度な温度（例えば約 100℃）に冷却してから一酸化炭素除去器 62 に導かれる。一酸化炭素除去器 62 により一酸化炭素が除去された燃料ガスは、燃料電池 52 に導かれるが、一酸化炭素除去器 62 内の化学反応は発熱反応であるため、燃料ガスは温度が上昇している（例えば約 180℃）。一方、固体高分子燃料電池の作動温度は常温～150℃程度であるため、一酸化炭素除去器 62 と燃料電池 52 の間に出口側熱交換器 71out が設けられ、燃料ガスが冷却される（例えば 80℃まで冷却）。そして、燃料電池 52 では、水素極側に供給される燃料ガスと酸素極側に供給される空気とで発電を行いモータなどの負荷に電力を供給する。

【0006】このように、燃料電池システム 50 においては、一酸化炭素除去器 62 の入口及び出口における燃料ガスの温度管理が重要であり、燃料ガスの温度管理は温調装置 70 により行なわれる。温調装置 70 は、熱媒体（冷却水）が循環する循環流路 76 を有し、この循環流路 76 は、入口側熱交換器 71in 及び出口側熱交換器 71out の他、放熱器 72、熱媒体の温度調節を行なうサーモスタット 73、循環ポンプ 75 などを備える。この温調装置 70 においては、サーモスタット 73 により循環流路 76 を循環する熱媒体の温度が一定になるように調節される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の温調装置 70 では、熱媒体の温度をサーモスタット 73 で一定温度に調節し、この一定温度の熱媒体をもって燃料ガスの温度を調節する構成であるため、燃料ガスの温度は、熱交換器 71 の熱交換性能と燃料ガスの熱交換器 71 の入口温度及び流量からほぼ一義的に決定されるシステムとなってしまう。このため、一酸化炭素除去器 62 入口の燃料ガス温度や燃料電池 52 入口の燃料ガス温度を所望の値に高精度に調節することができないという問題がある。殊に、燃料ガスの流量が一気に上昇するなど、熱交換器 71 での熱負荷が急激に上昇した場合には、一定温度の熱媒体での燃料ガスの温度調節には限界があり、熱交換器 71 の出口側の燃料ガスの温度が上昇

してしまう。この問題は、熱媒体（冷却水）の流量を可変としてもなお解消されない。また、燃料電池電気自動車に搭載される場合は、燃料電池 52 の負荷変動が大きい状態で使用されるので、ドライバの操作に応じた負荷変動に迅速に対応して、燃料ガスの温度を一定に保つことが要求される。

【0008】そこで、本発明は、熱交換器において急激な熱負荷の変動が生じても、これに迅速に対処して燃料電池に供給される燃料ガスの温度を所望の値に高精度に調節することのできる燃料電池システムにおける燃料ガスの温調装置を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記問題点より研究を行ない、熱媒体の温度を常に一定にすることで燃料ガスの温度調節を行なうサーモスタットに、熱媒体の温度を可変とする温度調節を加えることにより、両者の相乗作用として燃料ガスの温度を高精度に温度調節することができることを見出し、本発明を完成させるに至った。すなわち、本発明は、炭化水素燃料を改質器により水素を主体とする燃料ガスに改質し、この燃料ガス中の一酸化炭素を一酸化炭素除去器により除去した後、燃料電池に供給する燃料ガス発生装置を備える燃料電池システムにおける燃料ガスの温調装置であって、

(a) 前記温調装置は、少なくとも、①前記燃料ガスとこの温調装置内を循環する熱媒体との間で熱交換を行なう熱交換器を、前記一酸化炭素除去器の入口側及び／又は出口側に備えると共に、②前記熱交換を行なった際の熱を、この温調装置の系外に放出する放熱器、及びこの放熱器を迂回する放熱器バイパス流路、③前記放熱器と前記放熱器バイパス流路に接続され、前記熱媒体の温度により作動して、この熱媒体の温度が設定温度になるように温度調節を行なうサーモスタット、並びに前記燃料ガス及び／又は前記熱媒体の温度を検知して、この検知温度に基づいて作動するサーモスタットバイパス制御弁とその制御手段、④この温調装置の各機器を配管で結び前記熱媒体が循環する閉じた循環流路、及びこの循環流路内に前記熱媒体を循環させる循環ポンプを備え、

(b) 前記サーモスタットは、前記熱媒体の温度に基づき、①この熱媒体の温度が前記設定温度を下回る場合は、前記放熱器よりの熱媒体の流れを減じ、②この前記熱媒体の温度が前記設定温度を上回る場合は、前記放熱器よりの熱媒体の流れを増し、(c) そして、前記制御手段は、前記検知温度に基づき、①この検知温度が所定値を越える場合は、サーモスタットバイパス制御弁を開いて、前記熱交換器に向かう前記熱媒体の温度を前記サーモスタットによる設定温度以下に下げる温度調節を行ない、②この検知温度が所定値を下回る場合は、サーモスタットバイパス制御弁を閉じて、前記設定温度以下になった熱媒体の温度を上昇させる温度調節を行ない、

③この検知温度が所定値にある場合は、サーモスタット

バイパス制御弁の状態を保持して熱媒体の温度を保持する温度調節を行ない、これをもって前記燃料ガスの温度調節を行う構成を有する。

【0010】これによれば、サーモスタットバイパス制御弁は、サーモスタットを流れる熱媒体を迂回させ、サーモスタットの設定温度にかかわらず熱交換器に向かう熱媒体の温度を調節する。熱交換器に向かう熱媒体の温度は、サーモスタット出口における熱媒体の温度と、放熱器出口における熱媒体の温度、そして両熱媒体の混合比により決定される。また、熱交換器は、一酸化炭素除去器の入口側あるいは出口側の任意の一方に設ける構成としてもよく、両方に設ける構成としてもよい。熱交換器を一酸化炭素除去器の入口側に設けた場合は、一酸化炭素除去器入口における燃料ガスの温度を調節する。熱交換器を一酸化炭素除去器の出口側に設けた場合は、燃料電池入口における燃料ガスの温度を調節する。なお、「サーモスタットバイパス制御弁」は、弁の開度を調節できないものの他（ON/OFF弁）、弁の開度を任意に調節できるものも含む。ここで、「サーモスタットバイパス制御弁を開いて」とは、弁の開度を任意に調節できる弁にあっては、熱媒体の流れを任意の割合で増加させる弁の操作を行なうことも意味する。また、「サーモスタットバイパス制御弁を閉じて」とは、弁の開度を任意に調節できる弁にあっては、熱媒体の流れを任意の割合で減じる弁の操作を行なうことも意味する。「検知温度が所定値」とは、検知温度（好ましくは熱交換器出口の燃料ガスの温度）が一酸化炭素除去器や燃料電池を好適な温度条件で運転するのに許容される温度範囲内にあることをいう。検知温度は、放熱器に向かう熱媒体の温度や熱交換器に向かう燃料ガスの温度とすることもできるし、これらを組み合わせて制御手段が算出したものとすることもできる。

【0011】また、本発明は、前記温調装置が、少なくとも前記熱交換器を前記一酸化炭素除去器の入口側と出口側に備えると共に、前記循環流路が、前記熱交換器を直列に繋ぎ、前記熱媒体が前記一酸化炭素除去器の出口側に位置する熱交換器から入口側に位置する熱交換器に向けて循環する構成とすることができる。（請求項2）。これによれば、熱媒体と燃料ガスとは向流で熱交換を行なう。

【0012】次に、請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の温調装置が、少なくとも前記熱交換器を前記一酸化炭素除去器の入口側と出口側に備えると共に、前記循環流路が、前記熱交換器を並列に繋ぐ構成とした。これによれば、熱媒体は一酸化炭素除去器の入口と出口の燃料ガスの温度調節を、他の熱交換器の流路とは異なる独自の流路により行なう。また、全ての熱交換器での熱媒体と燃料ガスとの温度差 Δt を大きく取ることができる。

【0013】そして、請求項4に記載の発明は、請求項

3に記載の前記温調装置の各熱交換器ごとに、前記サーモスタット、前記サーモスタットバイパス制御弁、前記循環ポンプを備える構成である。これによれば、各熱交換器ごとにサーモスタットなどを備えるため、それぞれ他の熱交換器に影響されない温度調節が可能になる。

【0014】

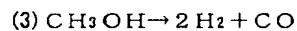
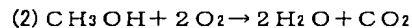
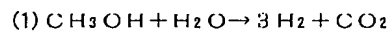
【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を詳細に説明するが、本発明は以下に説明する3つの実施形態に限定されるものではない。

10 【第1の実施形態】まず、第1の実施形態を、図1を参照して詳細に説明する。図1は、第1の実施形態にかかる燃料電池システムを示すブロック構成図である。なお、この燃料電池システム1は、燃料電池電気自動車（FCEV）に搭載されることとする。

【0015】〔構成の説明〕第1の実施形態にかかる燃料電池システム1は、燃料電池2、燃料ガス発生装置10、温調装置20などにより構成される。この燃料電池システム1の燃料電池2は、固体高分子型燃料電池であり、この燃料電池2には、燃料ガス及び酸化ガスが供給され、電気化学的に発電を行なう（図1参照）。

【0016】燃料電池2の水素極に供給される燃料ガスとしては、燃料ソースの多様化やガソリン自動車と違和感のない取り扱いが行なえるように、炭化水素燃料としてのメタノールを燃料ガス発生装置10により改質したものが使用される。一方、燃料電池2の酸素極に供給される酸化ガスとしては、空気が使用される。

【0017】燃料ガス発生装置10は、改質器11と一酸化炭素除去器12を主たる構成要素とする。本実施形態での改質器11では、触媒の存在下、次の反応によりメタノールを改質して、水素を主成分とする燃料ガスを発生する。



改質器11に供給されるのはメタノールと水と空気であり、発生した燃料ガスの組成は水素と二酸化炭素と窒素と微量の一酸化炭素である。なお、メタノールと水は図示外の蒸発器によりガス化してから改質器に供給される。

40 【0018】本実施形態の燃料電池2は、前記の通り固体高分子型であるため、一酸化炭素を含む燃料ガスを燃料電池2に供給したのでは、燃料電池2の白金触媒が被毒されてしまい好ましくない。したがって、燃料ガスは一酸化炭素除去器12により、一酸化炭素を除去した後燃料電池2に供給される。一酸化炭素除去器12には空気が供給され、触媒の存在下一酸化炭素の選択酸化反応が行なわれ、一酸化炭素が二酸化炭素に転換されることで、一酸化炭素が燃料ガス中から除去される。なお、この一酸化炭素除去器12における反応は発熱反応であり、燃料ガスは一酸化炭素除去器12を通過することに

より温度が上昇する（例えば 100℃～180℃）。

【0019】一酸化炭素除去器 12 及び燃料電池 2 は、温度に関して最適の作動範囲がある。例えば、一酸化炭素除去器 12 では、燃料ガスの温度が低いと一酸化炭素の二酸化炭素への転換率（除去率）が低く、逆に温度が高いと水素が酸化されてしまう「逆シフト」や水素と二酸化炭素からメタンを生ずる「メタネーション」を起してしまい好ましくない。したがって、改質器 12 で発生したばかりの高温（例えば 300℃）の燃料ガスは、一酸化炭素除去器 12 に入る際に所定の温度（例えば 100℃）まで冷却される。また、燃料電池 2 の作動温度は常温から 150℃であるため、これを上回る高温の燃料ガスを供給したのでは、高分子電解質膜の耐熱性や膜の乾燥の問題が生じ好ましくない。したがって、一酸化炭素除去器 12 を出た燃料ガスは、燃料電池 2 に入る前に所定の温度（例えば 80℃）まで冷却される。

【0020】この燃料ガスの冷却（温調）は、温調装置 20 により行なわれる（図 1 参照）。温調装置 20 は、熱交換器 21、放熱器 22、サーモスタット 23、サーモスタットバイパス制御弁 24、循環ポンプ 25、循環流路 26 などより構成される。この温調装置 20 は熱媒体が循環して、熱媒体と燃料ガスとの間で熱交換を行なうことにより燃料ガスの温度調節を行なう。なお、本実施形態の温調装置 20 は、燃料ガスの温度を冷却する温度調節を行なう。

【0021】熱交換器 21 は、一酸化炭素除去器 12 の入口側と出口側に、それぞれ入口側熱交換器 21 in と出口側熱交換器 21 out として設けられる。熱交換器 21 には、シェルアンドチューブ型などの熱交換器が使用される。熱交換器 21 内では、高温流体である燃料ガスと低温流体である熱媒体との間での熱交換が行なわれる。熱媒体としては水などが使われる。入口側熱交換器 21 in は一酸化炭素除去器 12 に向かう燃料ガスの冷却を行なう。出口側熱交換器 21 out は、燃料電池 2 に向かう燃料ガスの冷却を行なう。この熱交換器 21 は、一酸化炭素除去器 12 が 2 分割されている場合などは、2 つの一酸化炭素除去器の間に中間熱交換器として設ける構成としても良い。これにより、燃料ガスの温度調節がより確実になる。

【0022】放熱器 22 は、熱交換器 21 により熱媒体が受け取った熱を大気などの温調装置 20 の系外に放熱し、熱媒体の温度を下げるために設けられる。放熱器 22 は、次に述べるサーモスタット 23 の設定温度以下に熱媒体の温度を下げることでできるものが使用される。

【0023】サーモスタット 23 は、サーモスタット 23 を通過する熱媒体の温度に応じて作動し、熱媒体の温度がサーモスタット 23 の設定温度を下回る場合は（つまり燃料ガスの流量が減少した場合など）、熱媒体の流れを減じる。一方、熱媒体の温度がサーモスタットの設

定温度を上回る場合は（つまり燃料ガスの流量が多い場合などは）、熱媒体の流れを増す。これにより熱媒体の温度をサーモスタットの設定温度に保つ。

【0024】サーモスタットバイパス制御弁 24 は、サーモスタット 23 を迂回するサーモスタットバイパス流路 23 a に取り付けられる。このサーモスタットバイパス制御弁 24 は、燃料ガス及び／又は熱媒体の温度を検知して、この検知温度に基づいて作動し、サーモスタットバイパス流路 23 a を開閉する。このサーモスタットバイパス制御弁 24 は、弁の開度を自由に調節できるものであっても良い。弁の開度を自由に調節することにより、きめこまかい熱媒体の温度調節を行なうことができるからである。検知温度は、例えば、熱交換器 21 の出口などで燃料ガスの温度を検出することにより得られたものでよい（熱交換器の入口・出口とは燃料ガスを基準としてのものである）。なお、サーモスタットバイパス制御弁 24 の状態を制御するのは、図 1 に示す制御手段 CU である。

【0025】ここで、図 1 の構成における温調装置 20 で実現できる熱媒体の下限の温度は、放熱器 22 を通過して冷却される熱媒体の温度である。一方、実現できる熱媒体の上限温度は、サーモスタット 23 の設定温度である。つまり、出口側熱交換器 21 in に向かう熱媒体の温度は、サーモスタットバイパス制御弁 24 の弁の開度を調節することで、放熱器 22 の出口温度とサーモスタット 23 の設定温度の間で、自由に变化させることができる。

【0026】次に、循環ポンプ 25 は、温調装置 20 内に熱媒体を循環させる。循環流路 26 は、熱交換器 21 や放熱器 22 などを配管で接続して、熱媒体が循環する閉じた流路である。なお、温調装置 20 には、燃料電池システム 1 の始動時に対応して熱交換器 21 や一酸化炭素除去器 12 などをウォームアップするために、入口側熱交換器 21 in の前に燃料ガスを加温するための加温手段や、循環流路 26 内に熱媒体を加温するための加温手段が設けられることがある。なお、サーモスタット 23 の下流側に加温手段を設けることにより、熱交換器 21 に向かう熱媒体の温度を、サーモスタット 23 の設定温度よりも高くすることができる。

【0027】〔動作の説明〕 次に、上記説明した燃料電池システム 1 における燃料ガスの温調装置 20 の動作例を説明する。なお、サーモスタットバイパス制御弁 24 は、弁の開度を自由に調節できる構成のものである。

【0028】1) 熱負荷の小さな変動；熱負荷の小さな変動に対しては、サーモスタット 23 が有する温度調節機能により、熱交換器 21 における熱負荷の変動に対応した燃料ガスの温度調節を行なう。この際、サーモスタットバイパス制御弁 24 の弁の開度は問わないが、サーモスタット 23 のみによる温度調節を行なう観点から

は、サーモスタットバイパス制御弁 24 の弁の開度は一定であることが好ましい（徐々に変化させてもよい）。具体的には、①車両のアクセルペダルが軽く踏み込まれるなどすると、燃料電池 2 に供給される燃料ガスの流量が、アクセルペダルの踏み込み量に応じて増加する。同時に、熱交換器 21 を通過する燃料ガスの流量が増える。すると、熱交換器 21 における熱負荷が増加する。熱負荷が上昇すると、燃料ガスと熱媒体の伝熱量が大きくなり熱媒体の温度が上昇する。熱媒体の温度がサーモスタットの設定温度よりも上昇すると、サーモスタット 23 は、放熱器 22 により冷やされて設定温度よりも温度が低くなっている熱媒体の流量を増し、放熱器バイパス流路 22a により放熱器 22 を迂回してくる設定温度よりも温度の高い熱媒体の流量を減ずる。これにより、放熱器 22 を通過する熱媒体の流量が増加し、熱交換器 21 in に向かう熱媒体の温度が一定に保たれる。つまり、サーモスタット 23 が熱媒体の温度を設定温度に保とうとすることにより、放熱器 22 を通過する熱媒体の流量が増加し、放熱器 22 での放熱が促進される。その結果として、燃料ガスの流量が増加して熱負荷が上昇しても、熱交換器 21 出口での燃料ガスの温度は所定の値（例えば、図 1 に示す 100℃、80℃）に保たれる。

【0029】逆に、②軽く踏み込まれていたアクセルペダルが元の状態に戻されるなどして、燃料ガスの流量が低減して、熱交換器 21 における熱負荷が低下する場合は、①の熱負荷が増加した場合と逆の動作が行なわれる。つまり、サーモスタット 23 により、放熱器 22 を通過してくる熱媒体の流量が低減して、放熱器 22 による放熱が少なくなり、熱負荷の低下に対処する。これにより、熱交換器 21 出口の燃料ガスの温度が前記所定の値に保たれる。ちなみに、本実施形態の温調装置 20 は、燃料ガスの流量が小さい状態（車両におけるアイドリング時、熱交換器 21 における熱負荷が小さい状態）を基準として、燃料ガスの流量が増加して熱負荷が上昇した場合に、上昇した熱負荷を効率的に吸収（放熱）することを主として設計されている。また、同じ観点から、サーモスタットバイパス制御弁 24 の弁の開度は、熱交換器 21 における熱負荷が最も小さい状態で遮断する構成としておくのが好ましい。

【0030】2) 熱負荷の大きな変動：熱負荷の大きな変動に対しては、サーモスタット 23 による温度調節では迅速に対処することができないので、サーモスタットバイパス制御弁 24 により温度調節を行なう。具体的には、①車両のアクセルペダルが一気に踏み込まれるなどすると、燃料電池 2 に供給される燃料ガスの流量が、アクセルペダルの踏み込み量に応じて急激に増加する。すると、熱交換器 21 における熱負荷が急激に上昇し、同時に燃料ガスと熱媒体の伝熱量も急激に上昇する。しかし、サーモスタット 23 による一定温度の熱媒体での温度調節には限界があり、熱交換器 21 の出口における燃

料ガスの温度が上昇することになってしまう。そこで、本実施形態では、熱交換器 21 の出口における燃料ガスの温度を検知して、この検知温度に基づいて、検知温度が所定値以上になった場合に、サーモスタットバイパス制御弁 24 の開度を増す。すると、放熱器 22 で冷やされてサーモスタット 23 の設定温度よりも温度の低い熱媒体が、サーモスタット 23 を迂回してサーモスタット 23 の下流側に導かれる。これにより、熱媒体の温度を、サーモスタット 23 の設定温度にかかわらず低下させることができ、この設定温度よりも低い温度の熱媒体を熱交換器 21 に導くことが可能になる（燃料ガスを基準として、熱交換器 21 の出口における両流体の温度差 Δt を大きく取ることができる）。しかも、サーモスタットバイパス制御弁 24 の開度調節は迅速に行なうことができるので、熱負荷の変動に対して応答性良く熱媒体の温度を低下させることができる。したがって、急激に熱交換器 21 における熱負荷が増加しても、熱媒体の温度を迅速に低下させることで、迅速に熱負荷の増加分を吸収して燃料ガスの温度を一定に保つことができる。

【0031】逆に、②強く踏み込まれていたアクセルペダルが元の状態にまで一気に（あるいは徐々に）開放されるなど、熱交換器 21 における熱負荷が低下する場合（元に戻る場合）は、①における場合と逆の動作が行なわれる。つまり、サーモスタットバイパス制御弁 24 の開度を減じて、サーモスタット 23 を迂回してくる熱媒体の流量を低減して、サーモスタット 23 による一定温度の熱媒体での温度調節を行なう。なお、サーモスタットバイパス制御弁 24 の制御は、両熱交換器 21 in・21 out の出口温度などを検出して、この検出値に基づいて制御手段 CU が判断して行なう。

【0032】このように、サーモスタット 23 による燃料ガスの温度調節に、サーモスタットバイパス制御弁 24 による燃料ガスの温度調節を加えることで、燃料ガスの急激な流量の増加に伴う熱交換器 21 における急激な熱負荷の上昇など、サーモスタット 23 では対処（追従）することができないときでも、サーモスタットバイパス制御弁 24 によれば急激な熱負荷の上昇などに迅速に対処することができるので、燃料ガスの温度をあらゆる場面で高精度に調節することができる。例えば、燃料電池電気自動車では、急加速や急減速などの急激な熱負荷の変動や高速、中速あるいは低速での一定走行時からの微加速や微減速などの各熱負荷レベルにおけるわずかな熱負荷の変動に対しても、燃料ガスの温度を高精度に調節することができる。

【0033】《第 2 の実施形態》次に本発明の第 2 の実施形態を、図 2 を参照して説明する。図 2 は、第 2 の実施形態にかかる燃料電池システムを示すブロック構成図である。なお、この燃料電池システム 1 は、燃料電池電気自動車（FCEV）に搭載されることとする。

【0034】〔構成の説明〕 第 2 の実施形態にかか

る燃料電池システム 1 は、特に断りのない限り第 1 の実施形態にかかる燃料電池システム 1 の構成と同じである。したがって、第 1 の実施形態と重複する部材・要素については同一の番号を付して、その説明を省略し若しくは説明を簡略化する。

【0035】第 2 の実施形態にかかる燃料電池システム 1 は、図 2 に示すように温調装置 20 の循環流路 26 が、入口側熱交換器 21 in と出口側熱交換器 21 out を並列に繋ぐところが第 1 の実施形態と異なる。他の燃料電池 2 や燃料ガス発生装置 10 は、第 1 の実施形態と変わるところがない。すなわち、循環ポンプ 25 を出た熱媒体は、それぞれ別の流路を通り入口熱交換器 21 in と出口側熱交換器 21 out に向かい、両熱交換器 21 in・21 out を出た後に合流し、放熱器 22 及び放熱器バイパス流路 22 a に向かう。この点において、第 1 の実施形態と異なる。なお、入口側熱交換器 21 in と出口側熱交換器 21 out に向かう熱媒体の流量の配分比率は、両熱交換器 21 in・21 out の仕様などにより予め所定の値に定められる。

【0036】〔動作の説明〕 次に、上記説明した燃料電池システム 1 における燃料ガスの温調装置 20 の動作例を説明する。なお、サーモスタットバイパス制御弁 24 は、第 1 の実施形態と同様、弁の開度を自由に調節できる構成のものである。

【0037】1) 熱負荷の小さな変動；熱負荷の小さな変動に対しては、第 1 の実施形態の場合と同様に、サーモスタット 23 が有する温度調節機能により、熱交換器 21 における熱負荷の変動に対応した燃料ガスの温度調節を行なう。熱負荷が増加したときも減少したときも、第 1 の実施形態で説明したのと同じ動作が、サーモスタット 23 によりなされる。

【0038】2) 熱負荷の大きな変動；熱負荷の大きな変動に対しても、第 1 の実施形態の場合と同様に、サーモスタット 23 による温度調節では対処することができないので、サーモスタットバイパス制御弁 24 により温度調節を行なう。熱負荷が急激に増加したときも減少したときも、第 1 の実施形態で説明したのと同じ動作が、サーモスタットバイパス制御弁 24 により行なわれる。つまり、熱負荷が急激に上昇したときは、サーモスタットバイパス制御弁 24 の弁の開度を増して、放熱器 22 からの温度の低い熱媒体を、サーモスタット 23 を迂回してサーモスタット 23 の下流側に導く。これにより、熱交換器 21 (21 in・21 out) に向かう熱媒体の温度を設定温度以下に下げることができ、熱交換器 21 における急激な熱負荷の上昇に対処して、熱交換器 21 の出口における燃料ガスの温度を高精度に調節することができる。一方、増加した熱交換器 21 における熱負荷が元に戻る場合も、サーモスタットバイパス制御弁 24 の弁の開度を減じることで、熱媒体の温度を元に戻し、この熱負荷の変動に対処して燃料ガスの温度調節を行なう

ことができる。

【0039】このように、循環流路 26 を並列にしても、第 1 の実施形態の場合と同様、燃料ガスの急激な流量の増加に伴う熱交換器 21 における急激な熱負荷の上昇など、サーモスタット 23 では追従することのできないときでも、サーモスタットバイパス制御弁 24 によれば急激な熱負荷の上昇などに迅速に対処することができるので、燃料ガスの温度をあらゆる場面で高精度に調節することができる。なお、循環流路 26 を並列にすることにより、特に入口側熱交換器 21 in の出口側における燃料ガスと熱媒体の温度差 Δt を大きく取ることができるので、入口側熱交換器 21 in を小型化することも可能となる。

【0040】《第 3 の実施形態》次に本発明の第 3 の実施形態を、図 3 を参照して説明する。図 3 は、第 3 の実施形態にかかる燃料電池システムを示すブロック構成図である。なお、この燃料電池システム 1 は、燃料電池電気自動車 (FCEV) に搭載されることとする。

【0041】〔構成の説明〕 第 3 の実施形態にかかる燃料電池システム 1 は、特に断りのない限り第 1 及び第 2 の実施形態にかかる燃料電池システム 1 の構成と同じである。したがって、第 1 及び第 2 の実施形態と重複する部材・要素については同一の番号を付して、その説明を省略し若しくは説明を簡略化する。

【0042】第 3 の実施形態にかかる燃料電池システム 1 は、図 3 に示すように並列に結ばれた入口側熱交換器 21 in、出口側熱交換器 21 out のそれぞれに、サーモスタット 23、サーモスタットバイパス制御弁 24、サーモスタットバイパス流路 23 a、循環ポンプ 25 を有する。なお、入口側熱交換器 21 in と出口側熱交換器 21 out に向かう熱媒体の流量の配分比率は、循環ポンプ 25・25 の吐出量を調節することなどで任意のものとすることができる。

【0043】〔動作の説明〕 次に、上記説明した燃料電池システム 1 における燃料ガスの温調装置 20 の動作例を説明する。なお、サーモスタットバイパス制御弁 24 は、第 1 及び第 2 の実施形態と同様、弁の開度を自由に調節できる構成のものである。

【0044】1) 熱負荷の小さな変動；熱負荷の小さな変動に対しては、第 1 及び第 2 の実施形態の場合と同様に、サーモスタット 23 が有する温度調節機能により、熱交換器 21 における熱負荷の変動に対応した燃料ガスの温度調節を行なう。熱負荷が増加したときも減少したときも、第 1 の実施形態のところで説明したのと同じ動作が、サーモスタット 23 によりなされる。なお、第 2 の実施形態と異なるところは、それぞれの熱交換器 21 in・21 out に対応してサーモスタット 23 を備えているので、両サーモスタット 23・23 の設定温度を異なるものとしてことができ、より好適な温度の熱媒体をそれぞれの熱交換器 21 in・21 out に供給することがで

きることである。

【0045】2) 熱負荷の大きな変動；熱負荷の大きな変動に対しては、第1及び第2の実施形態の場合と同様に、サーモスタット23による温度調節では対処することができないので、サーモスタットバイパス制御弁24により温度調節を行なう。熱負荷が急激に増加したときも減少したときも、第1及び第2の実施形態のところで説明したのと同じ動作が、サーモスタットバイパス制御弁24により行なわれる。つまり、熱負荷が急激に上昇したときは、サーモスタットバイパス制御弁24の弁の開度を増して、放熱器22からの温度の低い熱媒体を、サーモスタット23を迂回してサーモスタット23の下流側に導く。これにより、熱交換器21(21in・21out)に向かう熱媒体の温度を設定温度以下に下げることができ、熱交換器21における急激な熱負荷の上昇に対処して、熱交換器21の出口における燃料ガスの温度を高精度に調節することができる。一方、増加した熱交換器21における熱負荷が元に戻る場合も、サーモスタットバイパス制御弁24の弁の開度を減じることで、熱媒体の温度を元に戻し、この熱負荷の変動に対処して燃料ガスの温度調節を行なうことができる。

【0046】このように、第3の実施形態にかかる燃料電池システムにおける燃料ガスの温度調節装置でも、第1の実施形態のものと同様、燃料ガスの急激な流量の増加に伴う熱交換器21における急激な熱負荷の上昇など、サーモスタット23では追従することのできないときでも、サーモスタットバイパス制御弁24によれば急激な熱負荷の上昇などに迅速に対処することができるので、燃料ガスの温度をあらゆる場面で高精度に調節することができる。なお、循環流路26を並列にすることに加えて、それぞれにサーモスタット23及びサーモスタットバイパス制御弁24などを設けることで、異なる温度の熱媒体をそれぞれの熱交換器21in・21outに供給することができるので、さらに高精度に燃料ガスの温度調節を行なうことができる。

【0047】《制御手段の制御フロー》次に、制御手段CUによるサーモスタットバイパス制御弁24の制御の例を、図4に示すフローチャートを参照して説明する。燃料電池システム1は燃料電池電気自動車として車両に搭載されている。

【0048】ドライバがアクセルペダルを踏み込むと、アクセル開度が増す(S1)。このアクセル開度に基づいて車両のモータの出力が演算される(S2)。次いで、燃料電池2の出力が演算され(S3)、改質器2による燃料ガスの発生量が演算され(S4)、水+メタノール混合液の噴射量が演算され(S5)、温度調節装置20における目標熱媒体温度(冷却水温度)が演算される(S6)。引続き、熱交換器21の入口における熱媒体の温度が検出され(S7)、放熱器22出口の熱媒体の温度が検出され(S8)、熱交換器21の出口における

熱媒体の流量が検出される(S9)。そして、これらの演算値及び検出値に基づいて、サーモスタットバイパス制御弁24の開度が制御手段CUにより演算され(S10)、これに基づいてサーモスタットバイパス制御弁24の開度が調節される。なお、制御手段CUは、熱交換器入口側の燃料ガスの温度を検出(S11)し、これを制御手段CUにフィードバックして、サーモスタットバイパス制御弁24の開度が制御手段CUにより演算され(S10)、サーモスタットバイパス制御弁24の開度を調節する。

【0049】以上、本発明は必ずしも前記実施形態に限定されるものではなく、本発明にいう目的を達成し、本発明にいう効果を有する範囲において適宜に変更実施することが可能なものである。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、サーモスタットの有する温度調節機能(熱媒体の温度を設定温度に保つことで実現される)に、サーモスタットバイパス制御弁の有する温度調節機能(熱媒体の温度を変化させることで実現される)を加え合わせることで、高精度に燃料ガスの温度調節を行なうことができるようになった。殊に、燃料ガスの流量が急激に増加する場合でも、熱媒体の温度を急激に下げるといった制御が可能となり、熱交換器における熱負荷の変動に迅速に対応して燃料ガスの温度を調節することができる(請求項1)。これにより、熱交換器を小型化・軽量化することが可能になる。同時に、一酸化炭素の除去が効率よく行なわれ、燃料電池も好適に運転される。また、請求項2に記載の発明によれば、循環流路を簡素化すると共に、熱媒体と燃料ガスとの温度差を有効に利用して熱交換を行なうことができる。さらに、請求項3に記載の発明によれば、各熱交換器において熱媒体と燃料ガスとの温度差 Δt を大きく取って熱交換を行なうことができる。そして、請求項4に記載の発明によれば、それぞれの熱交換器に好適な温度・流量の熱媒体を供給することができる。熱交換器における熱負荷の変動にさらにきめこまかく対処することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態にかかる燃料電池システムを示すブロック構成図である。

【図2】 第2の実施形態にかかる燃料電池システムを示すブロック構成図である。

【図3】 第3の実施形態にかかる燃料電池システムを示すブロック構成図である。

【図4】 温度調節装置の制御フローである。

【図5】 従来の燃料電池システムを示すブロック構成図である。

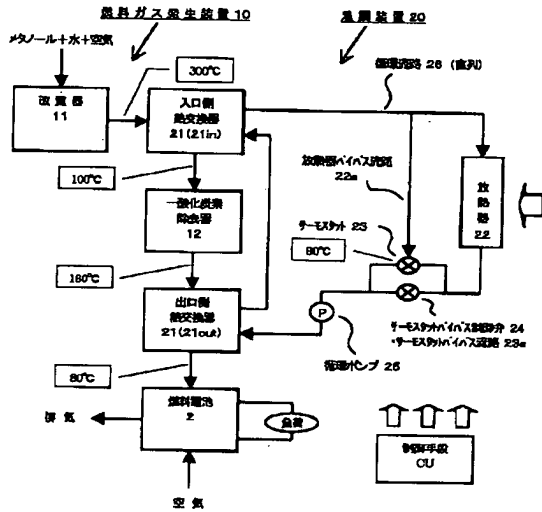
【符号の説明】

- 1 燃料電池システム
- 2 燃料電池

- 10 燃料ガス発生装置
- 11 改質器
- 12 一酸化炭素除去器
- 20 温調装置
- 21 熱交換器
- 21 in ... 入口側熱交換器
- 21 out ... 出口側熱交換器

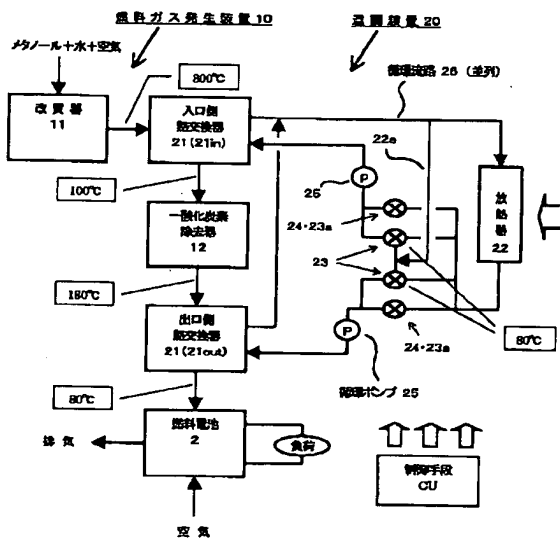
【図1】

燃料電池システム 1 (第1の実施形態)



【図3】

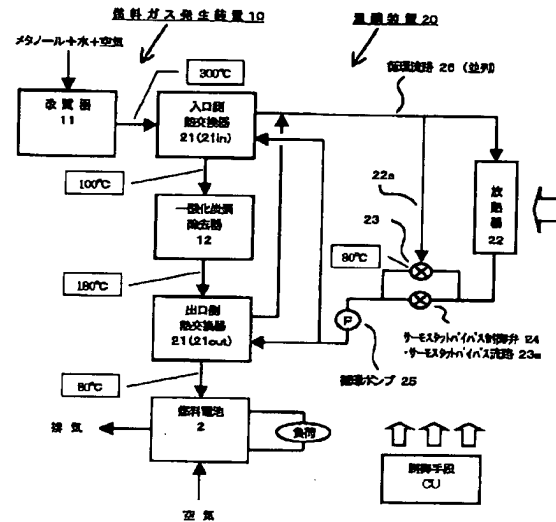
燃料電池システム 1 (第3の実施形態)



- 22 放熱器
- 22 a ... 放熱器バイパス流路
- 23 サーモスタット
- 24 サーモスタットバイパス制御弁
- 25 循環ポンプ
- 26 循環流路

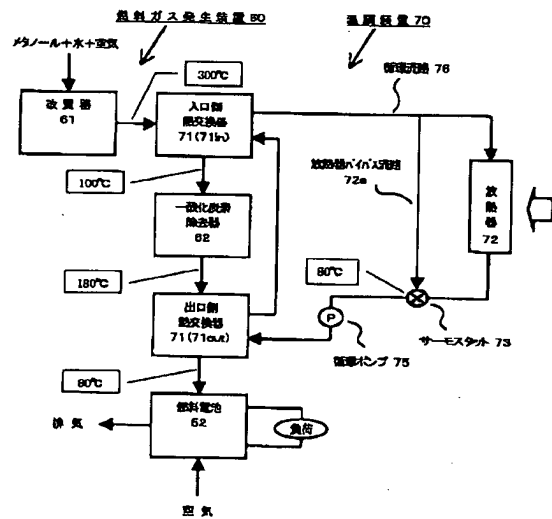
【図2】

燃料電池システム 1 (第2の実施形態)

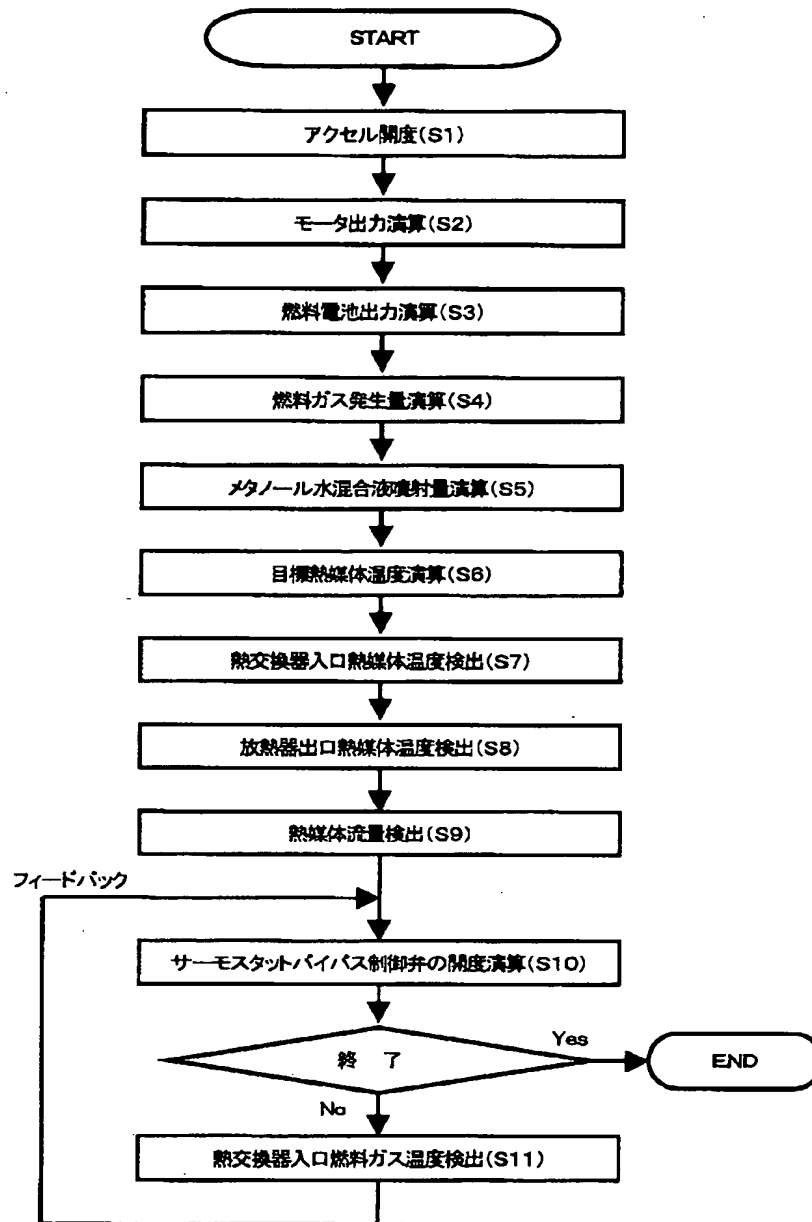


【図5】

燃料電池システム 50 (従来例)



【図4】



フロントページの続き

(72) 発明者 高瀬 英彦
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

Fターム(参考) 5H027 AA06 BA01 BA16 KK44 KK48
MM16